



TITLE:

# 教室紹介VIII-電総研基礎部研究室の 巻-

AUTHOR(S):

---

CITATION:

教室紹介VIII-電総研基礎部研究室の巻-. 物性研究 1978, 30(3): 107-111

ISSUE DATE:

1978-06-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/89558>

RIGHT:

---

## 教室紹介Ⅷ

---

### —— 電総研基礎部研究室の巻 ——

電総研の正式名称は、通商産業省工業技術院電子技術総合研究所です。本所は千代田区永田町の首相官邸の脇にありますが、物性関係の大部分の研究室は都下田無市の田無分室におかれています。この他に装置の試作を担当する部門が中央区銀座にあり、また、尼崎市には、電総研大阪支所がおかれています。1979年度中には、大阪支所を除く全所が茨城県の筑波研究学園都市に移転することになっています。

職員数は約800名で、うち約500名がいわゆる研究者です。研究所全体は総務部のほか、12の研究部で構成されています。カバーしている研究分野は極めて広汎で、エネルギー、情報、物性材料の他、重要な仕事として、電気関係を中心とする国家標準の確立と維持の任務を担っています。これらの研究分野の大半は、何らかの形でいわゆる物性研究と関連しており、すべてを紹介することは不可能ですので、今回は基礎部での研究に限って紹介します。

基礎部には、5つの研究室があり、作道恒太郎部長以下約50名の研究者が所属しています。電子物理研究室（前川稠室長）、低温物理研究室（小川信二室長）、固体物性研究室（石黒武彦室長）、部品基礎研究室（飯島茂室長）、クライオ・エレクトロニクス研究室（早川尚夫室長）。

以下では、基礎部で行われている研究のうち、(1)強誘電体の研究、(2)半導体の遠赤外物性の研究、(3)音波物性の研究、(4)一次元電子現象の研究、(5)磁性・低温物理の研究、(6)理論研究について紹介します。なお、磁性体の研究、生物物理関係の研究などは、他の部でも活発に行われていることを付け加えておきます。（鹿児島記）

#### (1) 強誘電体の研究

結晶格子の不安定性にもとづく相転移現象の研究が、電子スピン共鳴、レーザによる非線形光学的手法、ラマン散乱などの実験的方法で研究されています。対象となる広汎な物質のうち、酸化物ペロブスカイトや  $\text{DyVO}_4$  等のジルコン型結晶等が主としてとりあげられています。これらの結晶は高周波誘導加熱炉、高温用抵抗加熱炉、赤外線集中

加熱炉等の結晶炉により作成されています。今から10年以上前に当研究室より生まれた  $\text{SrTiO}_3$  の電子スピン共鳴による相転移の研究が端緒となりいわゆる構造相転移の研究は世界的規模で隆盛をきわめて現在にいたっています。その流れの中で部分格子ピエゾ効果という新概念の提出、ボンド電荷模型による非線形光学現象の解明、減衰のないソフトフォノンの観測による強誘電的相転移現象の明確化等の成果が当研究グループから生まれました。現在は新しい構造相転移を示す物質の発見や、ソフトフォノンと伝導電子の相互作用の解明を目標にして研究が進められています。

(植記)

## (2) 半導体の遠赤外物性の研究

Ge, Si など4属元素半導体結晶中に、5属あるいは3属元素を微量に加えると非常に広がった水素原子様不純物状態ができる。不純物濃度が増すと不純物状態相互間の干渉が現われ、ついには金属型の電気伝導を示すに至る。このような系については20年以上にわたって研究が続けられ、多くのデータが集積されているが、未だに統一的理解を得ているとはいえない。例をあげれば、この系では伝導電子のエネルギー不確定  $\Delta E$  はその平均エネルギー  $\langle E \rangle$  に比べて大きく、 $\Delta E / \langle E \rangle \sim 1$  であることが電気伝導の実験から知られており、ふつうの金属電子論では  $\Delta E / E_F \ll 1$  を前提としているのに対して特徴的である。低温で観測されて来た多彩な現象は、この系を単に伝導電子が強い散乱をうけるというだけで片づけるわけにはいかないことを示す。定性的にせよこの系を統一的に把握するためには、金属電子論の完成に費した歳月程度の時間を要するであろう。現在は主としてGeにSbあるいはGaを加えた試料について電気的および遠赤外光学的手法により研究を進めているが、要は誘電率が適当に大きく、不純物濃度と結晶の質が十分制御でき、不純物濃度や温度の変化によって結晶変態が起こらないことが研究の舞台として必要条件である。そのうえエネルギー面が球状の半導体があればなおよいのであるが。

(山内記)

## (3) 音波物性の研究

現在音波物性グループでは超音波による半導体中の不純物における low lying state

の研究及びフォノンエコーの研究を中心にすすめてつづけています。不純物濃度の低い半導体あるいは不純物補償をされた半導体では極低温では電気伝導が生じにくく不純物状態を調べる方法として超音波が有用な手段の一つになります。特に超音波のエネルギーが電子系のエネルギーに比べて極めて小さいために、不純物の基底状態又はその近くにある low lying state の構造を高い分解能で引き出すことができるという特徴があります。これまでに、Si, Ge 中の浅い準位のアクセプター基底状態については、光学測定で得られていなかった新しい情報、即ち、内部歪の重要性、P-Ge における異常に小さい  $g$ -因子などを明らかにすることができました。現在は、いろいろのデバイスに用いられている GaAs 中の Cr 不純物を中心として、深い準位の不純物状態の研究を行ないつつあり、超音波吸収測定により GaAs 中の Cr 不純物の動的ヤーン・テラー効果を直接的に観測することができました。

フォノンエコーは  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{LiNbO}_3$  などの圧電性結晶の粉末に高周波電場パルスを加えたとき発生する現象でスピネコーに似ていますが、高周波によって励起された超音波がこの現象を支配していることが判っています。またエコー発生に関与する相互作用、緩和時間を決める機構などはスピネコーと異なっています。エコー現象は本質的に非線形現象です。圧電性結晶粉末でのフォノンエコーに関与している非線形性などを取り入れ理論的記述にほぼ成功した段階です。

引き続き 2 準位系におけるフォノンエコーや金属、超伝導体、磁性体などの粉末におけるフォノンエコーの実験的研究を通してそれぞれの系での非線形相互作用、緩和機構などを調べ、エコー現象の一般的把握を目指しています。特に 2 準位系などでこれまでは直接測ることのできなかつた緩和時間をエコーの減衰などから測定し、その機構を明らかにすることができると考えています。

(徳本, 梶村記)

#### (4) 一次元電子現象の研究

有機結晶 TTF-TCNQ など、一次元導電性を示す物質について、パイエルズ転移に関係する電荷密度波の振舞を調べています。試料が有機物であり、更に導電現象が中心となるので、特に試料作成が重要です。この研究は材料部と共同して進めており、試料作成については全面的に材料部に依存しています。測定手段としては、電気抵抗測定、超

音波・弾性測定、X線回析、散乱測定が中心です。一次元電子系の理論研究も進められています。

現在までにまとめた研究成果の一部を紹介します。

- ① TTF-TCNQ の大きな単結晶作成に成功しました。結晶の質、寸法とも世界最高のレベルです。結晶の寸法の大きさを利用してX線散乱、弾性測定によるパイエルズ転移の研究に成功しました。
- ② 他グループとの協力を活発に行い、 $\text{MX}_3$  ( $\text{TaS}_3$  など)については北大のグループと、 $\text{K}_2\text{Pt}(\text{CN})_4\text{Br}_{0.3} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  (略称KCP)については筑波大のグループと共同研究をすすめました。また、TTF-TCNQ 誘電体については、IBM フトソン研究所のグループと協力しています。特に、KCP の研究では、超音波測定によって今まで見逃されていた新しい相転移現象を発見しました。
- ③ 理論では、2つの代表的な研究が行われました。TTF-TCNQ では、いわゆる「 $2k_F$  電荷密度波」( $k_F$ : フェルミ波数)の他に、「 $4k_F$  電荷密度波」が発見されています。 $4k_F$  電荷密度波の起因について、理論グループでは2つの異なったモデルを提出しました。問題の結着は今後に残されていますが、現在広く受け入れられている可能なモデルのうちで、当グループの提出したモデルは代表的なものとなっています。(後述、(5)参照)

今後は、当所独自の新しい一次元導体を作製し、一次元電子現象の理解をさらに深めることを目指しています。

(鹿兒島記)

## (5) 磁性、低温物理の研究

### 磁性

電子相関の強さを物差にとって、研究している物質を分けると、一つは電子相関の弱い物質、もう一つは比較的強い物質で、この両者で磁氣的、電氣的、熱的性質にどのような特徴が現れるかを明解にするため、両者を並行して研究しています。

前者に属するものとして  $\text{ZrZn}_2$  が典型的な弱い遍歴電子強磁性体であることを明らかにしました。現在は弱い遍歴電子反強磁性体である  $\beta\text{-Mn}$  合金を研究しています。

同一の結晶構造を持ち固溶体も出来、その磁氣的、電氣的性質は磁性の分野の大部分

をカバーするほどの多彩さを示し、電子構造も比較的簡単であるパイライト化合物を後者の典型的なものとして取りあげ、これまでに磁気状態図を作り、その特徴を明らかにしてきました。

#### メスバウアー効果

スペクトルから内部磁場を解析するソフトウェアを開発し、主に磁性体の磁気構造を調べています。MnTe<sub>2</sub> では線源を He 温度まで下げて Te のスペクトルを検出してその磁気構造をきめ、またアモルファス R.E.-Fe のスパッタ効果を調べました。またパイライト化合物や  $\beta$ -Mn 中の Fe の内部磁場も測っています。

#### 光磁気効果

Cs(Mn-Co-Ni)F<sub>3</sub> の光磁気効果の研究。

#### 磁気共鳴

薄膜の強磁性共鳴、特に表面と内部の磁気的不均一さに起因する表面層のスピンピンニングと表面スピン波との関係を調べています。現在は Gd<sub>3</sub>Ga<sub>5</sub>O<sub>12</sub> 上にエピタキシャル成長させた Y<sub>3</sub>Ga<sub>x</sub>Fe<sub>5-x</sub>O<sub>12</sub> で焼鈍による表面層の変化の様子を研究しています。

#### 極低温技術

希釈冷凍機、SQUID を使った磁化測定装置の試作。

### (6) 理論研究

テーマは主に二つに分れ、一つは励起子（又は電子）と格子の相互作用の研究です。この相互作用の大小によって励起子（又は電子）の振舞に大きな多様性が生じますが、それを出来得る限り一体近似で再現しようというテーマです。そのためダイナミカル・コヒーレント・ポテンシャル近似というものを開発しました。これは相互作用が小さいときから大きいときまで適用出来、これを用いて励起子の吸収・発輝スペクトルを計算すると、有機及び無機半導体の各種タイプのスペクトルを統一的に説明することが出来ます。また半導体における自由励起子によるルミネッセンス・スペクトルをポラリトン描像を用いて説明しました。もう一つは、低次元に関するもので、一、二次元ハイゼンベルグ模型に対して、グリーン関数法や高温展開法によって調べました。また一次元導電体 TTF-TCNQ に関する実験にも強い関心をもち、X線の異常散乱も含めてこの物質の結晶構造に関する理論計算を行っています。（近藤記）